

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-184819

(43)Date of publication of application : 24.07.1989

(51)Int.Cl.

H01L 21/22

(21)Application number : 63-005467

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 13.01.1988

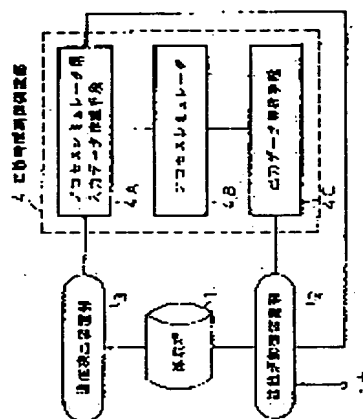
(72)Inventor : AGARI HIDEKI

## (54) IMPURITY DIFFUSION EQUIPMENT

## (57)Abstract:

PURPOSE: To obtain the state of the same impurity distribution at all times by varying the diffusion time with temperature change in a diffusion furnace when a temperature in the diffusion furnace is changed and completing a diffusion when a final impurity distribution value reaches a value estimated first.

CONSTITUTION: A diffusion-time controller section 4 arithmetically operates a final impurity distribution value estimated on the basis of the conditions of a diffusion set at the time of diffusion start, e.g., the depth of the diffusion, and arithmetically operates an impurity distribution value at a current time estimated on the basis of actual temperature conditions in a diffusion furnace 1 acquired by a temperature detector section 3 after the start of the diffusion. The controller section 4 completes the diffusion through a diffusion-furnace controller section 2 when the impurity distribution value estimated at the current time coincides with the final impurity distribution value estimated on the basis of the conditions of the diffusion set at the time of diffusion start. Accordingly, the state of the same impurity distribution is obtained at all times.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平1-184819

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成1年(1989)7月24日

H 01 L 21/22

A-7738-5F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 不純物拡散装置

⑯ 特 願 昭63-5467

⑰ 出 願 昭63(1988)1月13日

⑱ 発 明 者 上 里 英 樹 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

⑲ 出 願 人 株 式 会 社 リ コ ー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号

明 細 書

1. 発明の名称 不純物拡散装置

2. 特許請求の範囲

拡散炉と、該拡散炉を制御する拡散炉制御装置部と、上記拡散炉内の温度を検出する温度検出装置部と、拡散時間を制御する拡散時間制御装置部とを設け、

該拡散時間制御装置部は、拡散開始時に設定された拡散条件に基づいて推定される最終不純物分布値を演算すると共に拡散開始後、上記温度検出装置部により得られる上記拡散炉内の実際の温度条件に基づいて推定される現在時点での不純物分布値を演算し、現在時点で推定される不純物分布値が上記最終不純物分布値に一致したとき、上記拡散炉制御装置部を介して拡散を終了させることを特徴とする不純物拡散装置。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は、例えば半導体製造プロセスにおいて使用して好適な不純物拡散装置に関する。

[従来の技術]

従来、半導体製造プロセスにおいて使用される不純物拡散装置は、概略的には、拡散炉と、この拡散炉を制御する拡散炉制御装置部とを設けて構成されている。そして、拡散が実行される場合には、所定の被拡散領域の表面部分に所定の不純物イオンが打ち込まれた半導体ウエハが拡散炉内に配置されると共に、拡散炉制御装置部に対し、拡散温度、拡散時間、拡散雰囲気など、拡散を実行するに必要な条件が入力される。ここに、拡散炉制御装置部は雰囲気ガスの流量を制御しながら、この雰囲気ガスを拡散炉内に供給すると共に拡散炉内を設定された温度に加熱し、拡散時間が終了するまで、この温度を一定に維持するように動作する。

[発明が解決しようとする課題]

しかしながら、拡散炉内の温度を一定温度に維持することは極めて難しく、現実的には温度変化が生じてしまい、このため、従来の不純物拡散装置においては、同一の拡散条件を設定したとして

も、別々に拡散を実行した半導体ウエハ間においては、拡散の深さ、表面温度など、不純物分布状態にバラツキが生じてしまい、このことが半導体デバイス微細化の促進を妨げる大きな要因となっていた。

本発明は、かかる点に鑑み、拡散炉内の温度変化に対応して拡散時間を制御し、同一の拡散条件であれば、常に同一の不純物分布を得ることができるようにした不純物拡散装置を提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的を解決するため、本発明による不純物拡散装置は、第1図に示すように、拡散炉1と、拡散炉1を制御する拡散炉制御装置部2と、拡散炉1内の温度を検出する温度検出装置部3と、拡散時間を制御する拡散時間制御装置部4とを設けて構成される。

ここに、拡散時間制御装置部4は、拡散開始時に設定された拡散条件に基づいて推定される最終不純物分布値、例えば拡散の深さを演算すると共に

に拡散開始後、温度検出装置部3により得られる拡散炉1内の実際の温度条件に基づいて推定される現在時点での不純物分布値を演算し、現在時点で推定される不純物分布値が、拡散開始時に設定された拡散条件に基づいて推定される最終不純物分布値に一致したとき、拡散炉制御装置部2を介して拡散を終了させるように構成される。

〔作用〕

かかる本発明においては、拡散炉1内の実際の温度条件に基づき推定される現在時点での不純物分布値が拡散開始時に設定された拡散条件に基づき推定される最終不純物分布値に一致した時点で拡散は終了するようにされているので、換言すれば、拡散炉1内の温度に変動が生じた場合、この温度変化に対応して拡散時間が変更され、当初推定された最終不純物分布値に達した時点で拡散は終了するようにされているので、同一の被拡散体に対して同一の拡散条件を設定するときは、常に同一の不純物分布状態とすることができる。

〔実施例〕

以下、第1図及び第2図を参照して、本発明による不純物拡散装置の一実施例につき説明する。

本実施例は、拡散時間制御装置部4をプロセスシミュレータ用入力データ作成手段4Aと、プロセスシミュレータ4Bと、出力データ解析手段4Cとで構成した場合であって、また、拡散を実行するに際しては、拡散炉制御装置部2に品種、工程の種類、拡散温度、拡散時間、拡散雰囲気が必要な拡散条件として入力される。

ここに、拡散炉制御装置部2は、入力された拡散温度、拡散時間及び拡散雰囲気に基づいて拡散炉1の制御を開始し、拡散を開始させると共に、入力された拡散条件を全てプロセスシミュレータ用入力データ作成手段4Aに供給し、また、出力データ解析手段4Cから拡散終了命令信号が供給されたときは、拡散の進行を終了させるように構成される。

また、温度検出装置部3は、例えば熱電対を使用して構成され、拡散炉1内の温度を一定時間間隔、例えば1分間隔で検出し、この温度データを

プロセスシミュレータ用入力データ作成手段4Aに供給するように構成される。

また、プロセスシミュレータ用入力データ作成手段4Aは、拡散炉制御装置部2に入力された拡散条件のうち品種及び工程の種類から基板情報、(基板濃度、面方位、不純物種)及び拡散の前工程として行われたイオン注入の条件(不純物種、注入エネルギー、ドーズ量)を自らが有するデータから割りだし、これらの条件を有する半導体ウエハに対して、入力された拡散温度、拡散時間及び拡散雰囲気の下に拡散を実行するというプロセスシミュレータ用の入力データを作成し、これをプロセスシミュレータ4Bに供給すると共に、また、温度検出装置部3から一定時間間隔で検出される拡散炉1内の温度データが供給されたときは、かかる温度条件に基づくプロセスシミュレータ用入力データ、即ち、上述した基板情報及びイオン注入条件を有する半導体ウエハに対して実際的には何度の温度で拡散を実行しているかというプロセスシミュレータ用入力データを作成し、これを

プロセスシミュレータ4Bに供給するように構成される。

また、プロセスシミュレータ4Bは、プロセスシミュレータ用入力データ作成手段4Aから拡散開始時に設定された拡散条件に基づく入力データが供給されたときは、この入力データを基本として、設定された拡散時間終了時において推定される不純物拡散状態、例えば拡散の深さを最終不純物分布値として演算し、この結果（以下、推定最終値という）を出力データ解析手段4Cに供給すると共に、その後、プロセスシミュレータ用入力データ作成手段4Aから実際の温度条件に基づく入力データが供給されたときは、この入力データに基づき、現在時点において推定される拡散の深さを演算し、この結果（以下、推定現在値という）を出力データ解析手段4Cに供給するように構成される。

また、出力データ解析手段4Cは、プロセスシミュレータ4Bから推定最終値が供給されたときは、この推定最終値を標準データとして格納する

して100分、拡散雰囲気としてN<sub>2</sub>が入力されたとすると、拡散炉制御装置部2は、拡散炉1内を950℃に加熱すると共に拡散炉1内にN<sub>2</sub>ガスを供給し、拡散を開始させると共に、かかる拡散条件を全てプロセスシミュレータ用入力データ作成手段4Aに供給する。

プロセスシミュレータ用入力データ作成手段4Aは、拡散炉制御装置部2から供給された拡散条件のうち品種（CMOS）、工程の種類（N<sup>+</sup>工程）から基板情報（基板濃度、面方位、不純物種）とN<sup>+</sup>の注入条件（不純物種、注入エネルギー、ドーズ量）を割りだし、かかる条件にある半導体ウエハをN<sub>2</sub>雰囲気の下、950℃で100分間加熱して、拡散を実行するという入力データを作成し、これをプロセスシミュレータ4Bに供給する。

プロセスシミュレータ4Bは、かかる入力データから拡散時間終了時、即ち、拡散開始から100分経過時において推定される拡散の深さを演算し、この演算結果が例えば4μmとなったとすれば、この4μmを推定最終値として出力データ解析手

と共に、その後、プロセスシミュレータ4Bから推定現在値が供給されたときは、この推定現在値を推定最終値と比較して、推定現在値が推定最終値に至っていない場合、即ち、この現在時点において推定される拡散の深さが当初の拡散条件に基づき推定された最終の深さに達していない場合には、拡散炉制御手段2に対して拡散を続行させると共に、また、推定現在値が推定最終値に至ったとき、即ち、現在時点において推定される拡散の深さが当初の拡散条件に基づき推定された最終の深さに一致したときに、拡散終了命令信号を拡散炉制御装置部2に供給し、拡散を終了させるように構成される。

次に、このように構成された本実施例の動作につき説明する。

本実施例においては、先ず、拡散炉制御装置部2に必要な拡散条件として品種、工程の種類、拡散温度、拡散時間、拡散雰囲気が入力されるが、この場合、例えば品種としてCMOS品種、工程としてN<sup>+</sup>工程、拡散温度として950℃、拡散時間と

段4Cに供給し、出力データ解析手段4Cは、これを標準データとして格納する。

また、拡散が開始されると、その後、温度検出装置部2は、一定時間間隔、例えば1分間隔で拡散炉1内の温度を検出し、かかる温度データをプロセスシミュレータ用入力データ作成手段4Aに供給する。第2図は、拡散開始後の拡散炉1内の温度変化を仮想して示すものである。

ここに、プロセスシミュレータ用入力データ作成手段4Aは、かかる温度条件に基づく入力データを作成する。第2図例で言えば、拡散開始後、950℃で1分間に亘って拡散、その後、952℃で1分間に亘って拡散、その後、953℃で1分間に亘って拡散・・・という入力データを作成し、これを基板情報及びN<sup>+</sup>の注入条件と共にプロセスシミュレータ4Bに供給し、プロセスシミュレータ4Bは、かかる実際の温度条件に基づく入力データから現在時点において推定される拡散の深さ、即ち、推定現在値を演算し、この演算結果を出力データ解析手段4Cに供給する。尚、当初設定さ

れた拡散時間は、100 分間であるから、拡散開始後、直ちに得られる温度に基づく入力データをプロセスシミュレータ 4 B に供給し、直ちにシミュレーションを実行する必要はなく、寧ろ、通常、起こり得る温度変化を考慮し、本例について言えば、例えば 80 分間が経過するまでは、一分ごとに供給される温度データに基づいて作成した入力データを蓄積しておき、80 分間が経過した後、この蓄積した入力データをプロセスシミュレータ 4 B に供給してシミュレーションを実行し、以後、実際の温度条件に基づく入力データを定期的にプロセスシミュレータ 4 B に供給し、拡散終了時まで定期的にシミュレーションを実行させるようにすることが好適である。

ところで、推定現在値を供給された出力データ解析手段 4 C は、この推定現在値を標準データである推定最終値と比較して、推定現在値が推定最終値に至っていない場合、即ち、この現在時点において推定される拡散の深さが当初の拡散条件に基づき推定された最終の深さに達していない場合

件であれば、常に同一の不純物分布状態とすることができる。

尚、上述の実施例においては、拡散の深さを一定に制御するようにした場合につき述べたが、表面濃度を一定にする場合にも適用できる。

また、上述の実施例においては、被拡散領域の表面部分に所定の不純物をイオン注入した後、拡散を実行するという場合につき述べたが、本発明は、拡散不純物ガスを用いて不純物を半導体ウエハに直接拡散させる場合にも適用でき、この場合にも上述と同様の効果を得ることができる。

#### 〔発明の効果〕

本発明においては、拡散開始時に設定された拡散条件に基づき推定される最終不純物分布値、例えば拡散の深さを演算すると共に、拡散炉内の実際の温度条件に基づき推定される現在時点での不純物分布値を演算し、この現在時点で推定される不純物分布値が拡散開始時に設定された拡散条件に基づいて推定される最終不純物分布値に一致したとき、拡散を終了するように構成されているの

には、拡散炉制御手段 2 に対して何ら作用せず、拡散を続行させ、以後、プロセスシミュレータ 4 B から定期的に供給される推定現在値を標準データである推定最終値と比較する作業を繰り返し、そして、推定現在値が推定最終値と一致した時点、即ち、現在時点において推定される拡散の深さが当初の拡散条件に基づき推定された最終の深さに達したときに、拡散終了命令信号を拡散炉制御装置 2 に供給し、拡散を終了させる。

このように本実施例によれば、拡散は、常に、拡散炉 1 内の実際の温度条件に基づき推定される現在時点での拡散の深さが拡散開始前に設定された拡散条件に基づき推定される拡散の深さに一致したときに、終了する。即ち、拡散炉 1 内の温度に変動が生じた場合は、この温度変化に対応して拡散時間が変更され、常に、現在時点において推定される拡散の深さが当初設定された拡散条件に基づき推定された拡散の深さに一致したときに、終了する。

したがって、本実施例によれば、同一の拡散条

で、換言すれば、拡散炉内の温度に変動が生じた場合であっても、常に拡散開始時に設定された拡散条件に基づき推定された最終不純物分布値で拡散は終了するように構成されているので、同一の拡散条件であれば、常に同一の不純物分布状態とすることができるという効果がある。

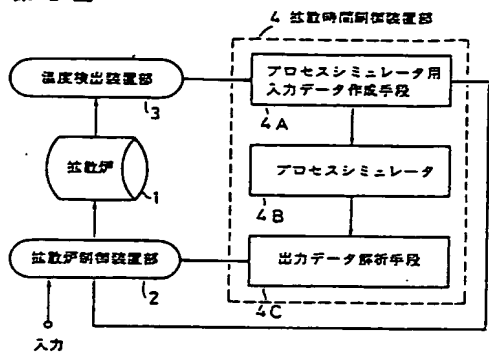
#### 4. 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明の一実施例を示す構成図、第 2 図は拡散温度の変動の一例を示す図である。

- 1 …… 拡散炉
- 2 …… 拡散炉制御装置部
- 3 …… 温度検出装置部
- 4 …… 拡散時間制御装置部
- 4 A …… プロセスシミュレータ用入力データ作成手段
- 4 B …… プロセスシミュレータ
- 4 C …… 出力データ解析手段

出願人 株式会社 リ コ ー

第 1 図



第 2 図

